

電磁力応用機器材料システムの電磁破壊力学的研究

著者	進藤 裕英
URL	http://hdl.handle.net/10097/41440

電磁力応用機器材料システムの電磁破壊力学的研究

(08455049)

平成8年度～平成10年度科学研究費補助金（基盤研究(B)(2)）研究成果報告書

平成11年3月

研究代表者 進 藤 裕 英
(東北大学大学院工学研究科教授)

は し が き

超伝導マグネットの開発は強磁場の工学的利用を可能にし、磁気閉じ込め方式核融合炉、リニアモーターカー、超伝導発電機、医療機器等の研究開発が盛んに進められている。これら超伝導応用機器は強磁場中で作動するため、その設計及び信頼性・安全性評価には、超伝導応用機器特有の現象である材料システムの強磁場と力学場の相互干渉等を詳細に検討し、これに基づく強磁場破壊力学的基礎研究を実施する必要がある。また、航空機、宇宙構造物、医療機器等に用いられる電子・電気機械デバイスへの圧電応用を考える場合、圧電材料中には大きな電場が印加され、大きなひずみが誘起されてかなりの機械的応力が発生している。このため、圧電材料システムの機械的強度解明及び破壊過程理解が必要となり、電気破壊力学解析の系統的实施及び電気破壊靱性・疲労破壊の試験・評価法開発が望まれている。最近、圧電性薄膜材料、傾斜組成制御された圧電材料等、材料形態の多様化も進み、先進圧電材料システムが要求されており、その創出可能性も増大している。従って、使用環境及び本質的材料特性を考慮したモデル化を適切に行い、新しい材料システムの電磁破壊力学的挙動を解明することは、先進電磁力応用機器材料システムに直面する重要な研究課題となっている。本研究では、以上の点に鑑み、電磁力応用機器の設計及び信頼性・安全性評価に資することを目的に、電磁材料システムの破壊・変形挙動に及ぼす電磁場の影響解明に関する3年間の理論的・実験的研究を実施し、以下の成果を得た。

研究組織

- 研究代表者 : 進藤 裕英 (東北大学大学院工学研究科教授)
研究分担者 : 上田 整 (東北大学大学院工学研究科助教授)
研究分担者 : 堀口 勝三 (東北大学大学院工学研究科助手)

研究経費

平成 8 年度	4, 9 0 0 千円
平成 9 年度	1, 7 0 0 千円
平成 1 0 年度	1, 3 0 0 千円
合 計	7, 9 0 0 千円

研究発表

(1) 学会誌等

- Y. Shindo, F. Narita and K. Tanaka
Electroelastic Intensification near Anti-Plane Shear Crack in Orthotropic Piezoelectric Ceramic Strip
Theoret. Appl. Fract. Mech., 25-1, 1996-4
- Y. Shindo, H. Katsura and W. Yan
Dynamic Stress Intensity Factor of a Cracked Dielectric Medium in a Uniform Electric Field
Acta Mechanica, 117-1/4, 1996
- Y. Shindo, I. Ohnishi and S. Tohyama
Flexural Wave Scattering at a Through Crack in a Conducting Plate under a Uniform Magnetic Field
Trans. ASME, J. Appl. Mech., 64-4, 1997-11
- Y. Shindo, K. Tanaka and F. Narita
Singular Stress and Electric Fields of a Piezoelectric Ceramic Strip with a Finite Crack under Longitudinal Shear
Acta Mechanica, 120-1/4, 1997

Y. Shindo, W. Domon and F. Narita

Bending of a Symmetric Piezothermoelastic Laminated Plate with a Through Crack
Arch. Mech., 49-2, 1997

F. Narita and Y. Shindo

Diffraction of Antiplane Shear Waves by a Finite Crack in an Orthotropic Piezoelectric Ceramic Strip
Theoretical and Applied Mechanics, 46, 1997-10

Y. Shindo and S. Tohyama

Scattering of Oblique Flexural Waves by a Through Crack in a Conducting Mindlin Plate in a Uniform Magnetic Field
Int. J. Solids Structures, 35-17, 1998-5

Y. Shindo, F. Narita and H. Sosa

Electroelastic Analysis of Piezoelectric Ceramics with Surface Electrodes
Int. J. Engng Sci., 36-9, 1998-7

Y. Shindo, W. Domon and F. Narita

Dynamic Bending of a Symmetric Piezoelectric Laminated Plate with a Through Crack
Theoret. Appl. Fract. Mech., 28-3, 1998-3

F. Narita and Y. Shindo

Dynamic Anti-Plane Shear of a Cracked Piezoelectric Ceramic
Theoret. Appl. Fract. Mech., 29-3, 1998-7

F. Narita and Y. Shindo

Layered Piezoelectric Medium with Interface Crack under Anti-Plane Shear
Theoret. Appl. Fract. Mech., 30-2, 1998-10

F. Narita and Y. Shindo

Anti-Plane Shear Crack Growth Rate of Piezoelectric Ceramic Body with Finite Width
Theoret. Appl. Fract. Mech., 30-2, 1998-10

Y. Shindo and S. Toyama

The Scattering of Oblique Flexural Waves of a Cracked Conducting Plate in a Uniform Magnetic Field
Acta Mechanica, 128-1/2, 1998

F. Narita and Y. Shindo

Scattering of Love Waves by a Surface-Breaking Crack in Piezoelectric Layered Media
JSME International Journal, Series A, 41-1, 1998-1

Y. Shindo, T. Shindo and K. Horiguchi

Scattering of Flexural Waves by a Through Crack in a Soft Ferromagnetic Plate in a Uniform Magnetic Field
Theoretical and Applied Mechanics, 47, 1998-10

堀口勝三, 進藤裕英

磁場内におけるフェライト系ステンレス鋼平板の曲げ試験と磁気弾性解析
日本機械学会論文集(A編), 64-621, 1998-5

F. Narita, Y. Shindo and K. Watanabe

Anti-Plane Shear Crack in a Piezoelectric Layer Bonded to Dissimilar Half Spaces

JSME International Journal, Series A, 42-1, 1999-1

Y. Shindo, K. Horiguchi and T. Shindo

Magneto-Elastic Analysis of a Soft Ferromagnetic Plate with a Through Crack under Bending

Int. J. Engng Sci., in press

Y. Shindo, K. Watanabe and F. Narita

Electroelastic Analysis of a Piezoelectric Ceramic Strip with a Central Crack

Int. J. Engng Sci., in press

Y. Shindo, F. Narita and E. Ozawa

Impact Response of a Finite Crack in an Orthotropic Piezoelectric Ceramic

Acta Mechanica, in press

F. Narita and Y. Shindo

Scattering of Antiplane Shear Waves by a Finite Crack in Piezoelectric Laminates

Acta Mechanica, in press

F. Narita and Y. Shindo

Fatigue Crack Propagation in a Piezoelectric Ceramic Strip Subjected to Mode III Loading

Acta Mechanica, in press

Y. Shindo and R. Togawa

Multiple Scattering of Antiplane Shear Waves in a Piezoelectric Fibrous Composite Medium with Slip at Interfaces

Wave Motion, in press

(2) 口頭発表

Y. Shindo and R. Togawa

Phase Velocity and Attenuation of Antiplane Shear Waves in a Piezoelectric Fibrous Composites with Slip at Interfaces

XIXth International Congress of Theoretical and Applied Mechanics, August 25-31, 1996,

Kyoto, Japan

Y. Shindo, W. Domon and F. Narita

Bending of a Symmetric Piezothermoelastic Laminated Plate with a Through Crack

31st Solid Mechanics Conference Solmech '96, September 10-14, 1996, Mierki, Poland

Y. Shindo, W. Domon and F. Narita

The Scattering of Flexural Waves of a Symmetric Piezoelectric Laminated Plate with a Through Crack
SPIE's 4th Annual Symposium on Smart Structures and Materials, Conference 3039, Mathematics and Control in Smart Structures, March 2-6, 1997, San Diego, California, U.S.A

Proceedings of SPIE, Vasundara V. Varadan and Jagdish Chandra (Chairs / Editors), SPIE - The International Society for Optical Engineering, Volume 3039

F. Narita and Y. Shindo

Electroelastic Analysis of Fatigue Crack Growth in a Piezoelectric Ceramic Under Longitudinal Shear
Japan-France Seminar on Intelligent Materials and Structures, October 27-28, 1997, Sendai, Japan
Proceedings of the Japan-France Seminar on Intelligent Materials and Structures

Y. Shindo and F. Narita

A Cracked Piezoelectric Layer Sandwiched Between Two Half-Planes Under Anti-Plane Shear Loading

13th U. S. National Congress of Applied Mechanics, June 21-26, 1998, University of Florida, Florida, U.S.A

Y. Shindo and F. Narita

Fatigue Crack Propagation in a Piezoelectric Ceramic Strip under Tension Load

The Sixth Pan American Congress of Applied Mechanics, January 4-8, 1999, Rio de Janeiro, Brazil
Applied Mechanics in the Americas (Editors D. Pamplona, P. B. Goncalves, C. Steele, I. Jasink, H. I. Weber, L. Bevilacqua), Volume 7

成田史生, 進藤裕英, 玉館由香

表面電極を有する圧電セラミックスの電気弾性解析

日本機械学会東北支部第31期総会・講演会, 1996.3.16, 東北大学工学部 (仙台)

日本機械学会東北支部第31期総会・講演会講演論文集, No.961-1

外川隆一, 進藤裕英

すべりを考慮した圧電繊維複合材料の縦せん断波散乱

日本機械学会第73期通常総会講演会, 1996.4.2 - 4, 日本大学生産工学部 (習志野)

日本機械学会第73期通常総会講演会講演論文集, No.96-1 (I)

成田史生, 進藤裕英

き裂を有する圧電積層材料の縦剪断波散乱

日本機械学会第73期通常総会講演会, 1996.4.2 - 4, 日本大学生産工学部 (習志野)

日本機械学会第73期通常総会講演会講演論文集, No.96-1 (I)

遠山信吾, 進藤裕英

磁場内における貫通き裂を有する導電性平板のたわみ波散乱

日本機械学会第73期通常総会講演会, 1996.4.2 - 4, 日本大学生産工学部 (習志野)

日本機械学会第73期通常総会講演会講演論文集, No.96-1 (I)

池田雅俊, 進藤裕英, 堀口勝三

圧電セラミックス平板の曲げ試験と電気弾性解析

第8回「電磁力関連のダイナミックス」シンポジウム, 1996.5.29 - 31, 北とぴあ (東京)

第8回「電磁力関連のダイナミックス」シンポジウム講演論文集, No.96-252

進藤裕英, 堀口勝三

材料システムの電磁弾性相互干渉 (基調講演)

第8回「電磁力関連のダイナミックス」シンポジウム, 1996.5.29 - 31, 北とぴあ (東京)

第8回「電磁力関連のダイナミックス」シンポジウム講演論文集, No.96-252

堀口勝三, 進藤裕英

磁場内におけるフェライト系ステンレス鋼平板の曲げ試験と磁気弾性解析

第8回「電磁力関連のダイナミックス」シンポジウム, 1996.5.29 - 31, 北とぴあ (東京)

第8回「電磁力関連のダイナミックス」シンポジウム講演論文集, No.96-252

進藤裕英, 成田史生, 土門 渉

貫通き裂を有する対称圧電積層板のたわみ波散乱

日本機械学会 東北支部八戸地方講演会, 1996.9.7, 八戸工業高等専門学校 (八戸)

日本機械学会東北支部八戸地方講演会講演論文集, No.961-2

成田史生, 進藤裕英

き裂を有する圧電セラミックス帯板の縦せん断波散乱

第46回応用力学連合講演会, 1997.1.27 - 29, 日本学術会議 (東京)

第46回応用力学連合講演会講演予稿集

遠山信吾, 進藤裕英

貫通き裂を有する導電性 Mindlin 平板の斜め入射磁気たわみ波散乱

日本機械学会東北支部第32期総会・講演会, 1997.3.8, 仙台国際センター (仙台)

日本機械学会東北支部第32期総会・講演会講演論文集, No.971-1

進藤俊哉, 進藤裕英, 堀口勝三

磁場内における貫通き裂を有する軟磁性平板のたわみ波散乱

日本機械学会第74期通常総会講演会, 1997.3.29 - 4.1, 青山学院大学青山キャンパス (東京)

日本機械学会第74期通常総会講演会講演論文集, No.97-1 (II)

進藤裕英, 外川隆一, 遠山信吾

すべりを考慮した圧電繊維複合材料の縦せん断波多重散乱

第9回「電磁力関連のダイナミックス」シンポジウム, 1997.6.24 - 26,

北海道大学学術交流会館 (札幌)

第9回「電磁力関連のダイナミックス」シンポジウム講演論文集

堀口勝三, 進藤裕英, 岡 正弘

磁場内におけるき裂を有する強磁性平板のひずみゲージ法による曲げモーメント拡大係数評価

日本金属学会1997年秋期(第121回)大会, 1997.9.24 - 26,

東北大学川内キャンパス (仙台)

日本金属学会講演概要, 1997年秋期(121回)

Y. Shindo, T. Shindo and K. Horiguchi

Scattering of Flexural Waves by a Through Crack in a Soft Ferromagnetic Plate in a Uniform Magnetic Field

第47回応用力学連合講演会, 1998.1.27 - 29, 日本学術会議 (東京)

第47回応用力学連合講演会講演予稿集

成田史生, 進藤裕英

縁き裂を有する圧電積層材料の Love 波散乱

日本機械学会東北支部第33期総会・講演会, 1998.3.14, 仙台国際センター (仙台)

日本機械学会東北支部第33期総会・講演会講演論文集, No.981-1

成田史生, 進藤裕英

縦せん断下における界面き裂を有する圧電積層材料の電気弾性解析

日本機械学会第75期通常総会講演会, 1998.3.31 - 4.3, 東京工業大学 (東京)

日本機械学会第75期通常総会講演会講演論文集, No.98-1 (II)

進藤裕英, 成田史生, 渡辺浩司

縦せん断下における界面に平行なき裂を有する圧電積層材料の電気弾性解析

第10回「電磁力関連のダイナミックス」シンポジウム, 1998.6.23 - 25, 蔵王ハイツ (蔵王)

第10回「電磁力関連のダイナミックス」シンポジウム講演論文集, No.98-251

堀口勝三, 進藤裕英, 岡 正弘

磁場内におけるき裂を有する強磁性平板の曲げ試験とひずみゲージ法による曲げモーメント拡大係数評価

第28回安全工学シンポジウム, 1998.7.2 - 3, 日本学術会議 (東京)

第28回安全工学シンポジウム講演予稿集

渡辺浩司, 進藤裕英, 成田史生

中央き裂を有する圧電セラミックス帯板の電気弾性解析

日本機械学会東北支部秋田地方講演会, 1998.8.21, 秋田県生涯学習センター分館 (秋田)

日本機械学会東北支部秋田地方講演会講演論文集, No.981-2

進藤裕英, 岡 正弘, 堀口勝三

圧子圧入法による圧電セラミックスの電気破壊特性評価

日本機械学会第76期全国大会, 1998.10.1 - 4, 東北大学工学部 (仙台)

日本機械学会第76期全国大会講演論文集, No.98-3, Vol.I

(3) 出版物

進藤裕英

導電性材料の磁気弾性振動と波動(1)

機械の研究, 49-11, 養賢堂, 1997-11

進藤裕英

導電性材料の磁気弾性振動と波動(2)

機械の研究, 49-12, 養賢堂, 1997-12

進藤裕英

導電性材料の磁気弾性振動と波動(3)

機械の研究, 50-1, 養賢堂, 1998-1

進藤裕英

強磁性材料の磁気弾性相互干渉と強磁場破壊力学(1)

機械の研究, 50-4, 養賢堂, 1998-4

進藤裕英

強磁性材料の磁気弾性相互干渉と強磁場破壊力学(2)

機械の研究, 50-5, 養賢堂, 1998-5

進藤裕英

強磁性材料の磁気弾性相互干渉と強磁場破壊力学(3)

機械の研究, 50-6, 養賢堂, 1998-6

進藤裕英

誘電材料の電気弾性相互干渉と強電場破壊力学

機械の研究, 50-8, 養賢堂, 1998-8

進藤裕英

圧電材料システムの電気弾性相互干渉と電気破壊力学(1)

機械の研究, 50-9, 養賢堂, 1998-9

進藤裕英

圧電材料システムの電気弾性相互干渉と電気破壊力学(2)

機械の研究, 50-10, 養賢堂, 1998-10

Institute of Fluid Science
Tohoku University
2-1-1 Katahira, Aoba-ku
Sendai, Japan
October 27-28, 1997

Edited by
J. Tani
P. F. Gobin

Co-sponsored by

Institute of Fluid Science, Tohoku University
Japan Society of Mechanical Engineers
Japan Society for Aeronautical and Space Science
Japan Society of Applied Electromagnetics and Mechanics
Japan Society for the Promotion of Sciences
Centre National de la Recherche Scientifique
Ambassade de France au Japon

本報告書収録の学術雑誌等発表論文は本ファイルに登録しておりません。なお、このうち東北大学在籍の研究者の論文で、かつ、出版社等から著作権の許諾が得られた論文は、個別に **TOUR** に登録しております。